

Samuli Lohi

**REKISTERÖINTIJÄRJESTELMÄN LIITTÄMINEN SOM-100-PAI-
NOKONEESEEN**

REKISTERÖINTIJÄRJESTELMÄN LIITTÄMINEN SOM-100-PAI- NOKONEESEEN

Samuli Lohi
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Samuli Lohi

Opinnäytetyön nimi: Rekisteröintijärjestelmän liittäminen SOM-100-painokoneeseen

Työn ohjaaja: Manne Tervaskanto

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018 Sivumäärä: 33

Työssä on tarkoitus liittää Offcodelta saatu painomerkkiä korjaava rekisteröintilaitteisto PrinLabissa sijaitsevaan painettavaa elektroniikkaa tekevään SOM-100-painokoneeseen. Tehtävänä on perehtyä SOM-100-painokoneeseen, koota painomerkkiä korjaava laitteisto, suunnitella, kuinka rekisteröintilaitteisto saadaan liitettyä, ja selvittää, pitääkö painokoneeseen tehdä muutoksia, ennen kuin liitäntä on mahdollista. Lopuksi kytkennöistä tehdään dokumentaatiot.

Rekisteröintisysteemin kokoamista varten ei ollut osia valmiiksi, joten niitä piti tilata. Sähkökaappia koottiin sitä mukaa, mitä osia saatiin perille. Kaikki osat eivät toimineet tarkoitetulla tavalla tai hajosivat käytössä. Lopulta rekisteröintilaitteisto saatiin toimivaksi kokonaisuudeksi. Painokoneeseen liitäntää suunniteltiin, mutta itse liitäntää ei työssä ehditty tekemään.

Ajan puutetta voidaan selittää osien pitkällä toimitusajoilla. Alun perin oli myös tarkoitus, että rekisteröintisysteemin kiinnityksen ja sen suunnittelun hoitaisi mekaniikkasuunnittelija opiskelija. Tähän ei kuitenkaan löydetty sopivaa henkilöä.

Asiasanat: painettava elektroniikka, elektroniikka, sähködokumentointi

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Automation Engineering

Author: Samuli Lohi

Title of thesis: Rekisteröintijärjestelmän liittäminen SOM-100-painokoneeseen

Supervisor: Manne Tervaskanto

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018 Pages: 33

The purpose of this thesis is to connect a electronic printmark error registering system from Offcode to a SOM-100 printing machine located in PrinLab. The task is to learn about SOM-100 logic, the printing machine itself, building the printmark registering unit, plan how to connect the unit to SOM-100 printing machine and solve if there is a need to do any changes before the connection is possible. Lastly, documentations of the connections are made.

Most of the parts had to be ordered online. Unit was built as the parts arrived. Not all parts worked perfectly and some of them broke in use. In the end, the registering unit was built successfully. The connection to the printing machine was planned but the connection itself was not made due to lack of time.

The lack of time can be explained by the long delivery times of the parts. Originally there was supposed to be a mechanical designer student who would handle the designing of connection and connection of the registering sytem to PrinLab. A fitting student was not found.

Keywords: printed electronics, electronics, documentation

ALKULAUSE

Kiitoksia Offcodelle ja Prinlabille opinnäytetyön aiheesta ja työnaikaisesta avustuksesta.

Oulussa 15.5.2018

Samuli Lohi

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	8
2 PAINETTAVA ELEKTRONIIKKA JA SOM-100-PAINOKONE	9
2.1 SOM-100-painomenetelmät	10
2.1.1 Silkkipainomenetelmä	11
2.1.2 Syväpainomenetelmä	11
2.1.3 Fleksopainomenetelmä	11
2.1.4 Kuumapainomenetelmä	11
2.2 PID-säädin	12
2.2.1 P-osa	13
2.2.2 I-osa	13
2.2.3 D-osa	13
2.3 Offcoden ohjainlaitteeseen perehtyminen	13
2.4 Automaation dokumentaatio	16
3 SOM-100-TEKNOLOGIA JA PÄIVITYSTARPEET	18
3.1 SOM-100-painokoneen kommunikointi	18
3.2 Päivitystarpeet	19
3.2.1 EtherCAT	19
3.2.2 Analog/pulse	19
4 SÄHKÖTYÖT JA DOKUMENTOINTI	20
4.1 Sähkölaatikon kokoaminen	20
4.1.1 Kamerajohto ja sen vastinkappale	21
4.1.2 485-USB-konvertteri ja virtalähde	22
4.1.3 Kameralaatikko	23
4.1.4 Encoder ja decoder	26
4.1.5 LED-laatat	26
4.2 Sähköpiirustukset	28
5 SÄHKÖKAAPIN ASENNUS PRINLABIIN	30

6 YHTEENVETO	31
LÄHTEET	32

1 JOHDANTO

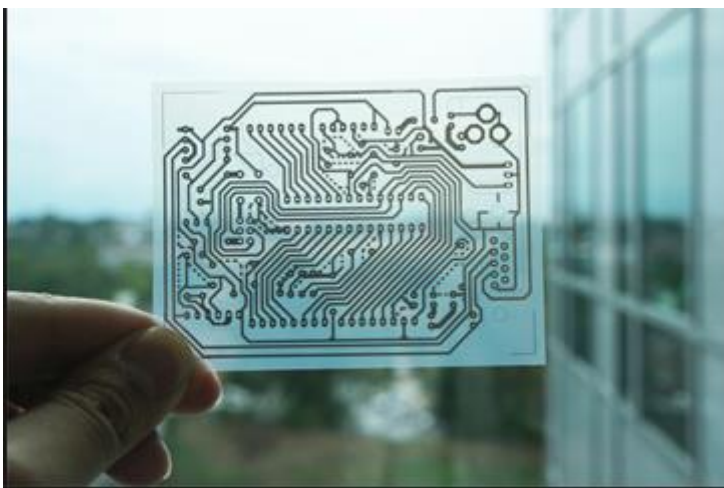
Työssä on tarkoitus liittää Offcodelta saatu painomerkkiä korjaava rekisteröintijärjestelmä SOM-100-painokoneeseen. Tehtävänä on perehtyä Offcoden ohjainlaitteeseen, tutustua SOM-100-logiikkaan ja painokoneeseen, suunnitella, kuinka rekisteröintisysteemi saadaan liitettyä, ja selvittää, pitääkö painokoneeseen tehdä muutoksia, ennen kuin liitäntä on mahdollista. Työ on tehty Oulun ammattikorkeakoulun yhteydessä olevassa PrinLabissa. PrinLab toimii painetun elektroniikan parissa ja pyrkii kehittämään erilaisia tekniikoita ja sovelluksia elektroniikan painamiseen. PrinLab on osa suurempaa PrintoCent-tuotantolaitosta.

Työssä kootaan SOM-100-painokoneen painojälkeä korjaava Offcoden sähkökaappi, joka sijaitsee Prinlabissa. Offcoden ohjainlaite käyttää painojäljen korjaamiseen PID-säädintä. Lisäksi sähkökaapin kytkennöistä tehdään dokumentaatio Edraw- ja Microsoft Excel -ohjelmilla.

2 PAINETTAVA ELEKTRONIIKKA JA SOM-100-PAINOKONE

Painettava elektroniikka on nimensä mukaisesti tulostamalla tuotettua elektroniikkaa. Tulostettavana materiaalina voidaan käyttää esimerkiksi paperia, muoveja, alumiinia, piitä tai keramiikkaa. (Kuva 1.) Painetulla elektroniikalla on paljon hyviä ominaisuuksia, kuten ohuus, joustavuus, helppo valmistusprosessi, kustannustehokkuus ja ympäristöystävällisyys. Painettu elektroniikka on alkanut yleistymään viime vuosina, syynä varsinkin nanomateriaalien kehittyminen. Tulevaisuudessa painetun elektroniikan on arveltu olevan tärkeässä roolissa valaistus- ja aurinkokennotekniikassa, erilaisissa näytöissä, RFID-teknologiassa ja elektroniikkakomponenteissa kuten paristoissa. Painetussa elektroniikassa käytettävät musteet perustuvat suurimmilta osin metallipartikkelien hyödyntämiseen. Hopeananopartikkelimuste on tarkoitukseen sopiva, sillä hopea johtaa sähköä, eikä se hapetu helposti. Hapettuminen on haitallista johtumisen kannalta. (1.)

Oulu toimii hyvin keskeisessä roolissa painettavan elektroniikan kanssa. Oulussa toimivia painettavan elektroniikan kanssa työskenteleviä yrityksiä ovat muun muassa VTT ja Offcode.



KUVA 1. Painettua elektroniikkaa (2.)

2.1 SOM-100-painomenetelmät

PrinLabin tiloissa oleva SOM-100-painokone toimii painettavaa elektroniikkaa painavana järjestelmänä (kuva 2). Laitteen alkupäähän asetetaan kelalle haluttu painomateriaali, jota vetää toisessa päässä oleva samantyylinen kela. Kelojen väliin tulee teloja ja erilaisia painomenetelmiä eri materiaaleille. Näitä painomenetelmiä ovat esimerkiksi kuuma-, flekso-, silkki- ja syväpainomenetelmät. Koneen alkupäässä olevassa painomateriaalikelassa on koneen ainoa kireyden säätö. Hieman kelan jälkeen tulee kireydenmittaus, joka perustuu painomateriaalin aiheuttamaan paineeseen mittajaa vasten. Mittauksen jälkeen on radanohjaus, joka pyrkii pitämään painomateriaalin halutulla kohdalla, jotta se olisi täysin suorassa. Radanohjaus on painokoneesta erillinen laite. Koneella voidaan ajaa nopeudella 0,1–26 m/min ja maksimissaan 80 mm leveää painomateriaalia. Painokoneen on valmistanut Suomen Optomekaniikka Oy. (3.)



KUVA 2. SOM-100-painokone (4.)

2.1.1 Silkkipainomenetelmä

Silkkipainomenetelmässä muste on painotelan sisällä. Telan ympärillä on erittäin tiheä verkko, jota muste ei pysty läpäisemään. Verkkoon valotetaan (syövytetään) haluttu painokuvio, jonka muste pystyy läpäisemään. Muste siirtyy painettavalle materiaalille painokuvion muotoisena. Silkkipainomenetelmä on nopea ja laadukas tapaa painaa, mutta siinä käytettävän musteen täytyy olla juuri tietynlainen, jotta se läpäisee valotetun kuvion oikealla tavalla. (3.)

2.1.2 Syväpainomenetelmä

Syväpainomenetelmä perustuu telaan, johon on kaiverrettu haluttu hyvin pienikokoinen painokuvio. Kun tela pyörii, siihen tarttuu mustetta mustesäiliöstä. Telan yhteydessä oleva kaavari poistaa telan pinnalta kaiken ylimääräisen musteen, jolloin mustetta jää vain painokuvioon. Painomateriaalin kulkeutuessa mustetelan ja painotelan välistä siihen tarttuu mustetelan painokoloissa oleva kuvio. Syväpainomenetelmällä on hyvä painotarkkuus ja korkea tuotantopeus. Syväpainomenetelmä kykenee 10 µm:n viivanleveyksien painoon ja mustekerroksen paksuus voi olla 0,02–12 µm. Negatiivisena ominaisuutena voidaan pitää syväpainotelan hidasta ja kallista valmistusprosessia. (3.)

2.1.3 Fleksopainomenetelmä

Fleksopainomenetelmässä käytetään kaavaria, joka syöttää mustetta anilox-telalle. Tältä telalta muste siirtyy fleksopainotelalle, johon on kaiverrettu painokuvio. Tältä telalta kuvio siirtyy edelleen painomateriaaliin. Fleksopainomenetelmä on muihin painomenetelmiin verrattuna huonolaatuisempi ja hitaampi. (3.)

2.1.4 Kuumapainomenetelmä

Kuumapainomenetelmässä telaan on kaiverrettu haluttu painokuvio. Telan sisällä on vastus, jota lämmitetään tiettyyn lämpötilaan. SOM-100-painokoneessa telan pinta pyritään saamaan noin 105 celsiusasteeseen, jonka jälkeen painokuvio ajetaan telan puristaessa siihen painokuvion. Telan lämmitys tapahtuu siten, että telalta lähtee virtaviesti säätimelle, joka sitten pyrkii säätämään virran asetusarvoon. Lämpöä säädetään PID-säädöllä ja mitataan lasermittarilla.

2.2 PID-säädin

Offcoden ohjainlaite käyttää hyväksi PID-säätöä korjattaessa SOM-100-painokoneen painojälkeä. Painokone painaa ensimmäisellä kierroksella kolme painojälkeä, jonka jälkeen ajetaan toinen kierros. Toisella kierroksella painetaan neljän muotoiselle kuviolle neljäs kulmapiste. Offcoden ohjainlaitteen kamera katsoo, onko merkki oikeassa kohdassa suhteessa muihin merkkeihin ja tekee tarvittavan korjausliikkeen PID-säädön parametrien mukaisesti. Offcoden tietokoneessa on jo PID-säädin, mutta säädön parametrit voidaan kalibroida vasta laitteen testiajoissa, joita ei tässä työssä ajanpuutteen vuoksi ehditä suorittamaan. Testiajot ja säädön tekee tulevaisuudessa Prinlab tai tätä työtä jatkava opinnäytetyön tekijä.

Teollisuudessa yleisimmin käytetty säädin on PID-säädin (Proportional-Integral-Derivative). Säädin on rakenteelta yksinkertainen, mutta se toimii myös piireissä, joissa on monia eri häiriötekijöitä. PID-säätimen ohjaus koostuu kolmen eri tekijän summasta ja säätimen tulona on erosuure asetusarvon ja mittauksen erotuksesta. PID-säädön viritys perustuu kolmen eri kertoimen arvojen suhteeseen. (Kuva 3.) K_p -, T_i - ja T_d - kertoimille pyritään määrittämään sellaiset arvot, että ne yhdessä muodostavat halutunlaisen säädön. Parametreille ei ole kuitenkaan vain yhtä mahdollista suhdetta, vaan erilaisilla parametrien yhdistelmillä saadaan lähes samanlainen prosessin käyttäytyminen. (5, s. 8.)

$$u(t) = K_C \cdot (e(t)) + \frac{1}{T_I} \int_0^t e(t) dt + T_D \cdot \frac{de(t)}{dt}$$

$u(t)$ = lähdön tila

K_C = säädön vahvistus

$e(t)$ = erosuure

T_I = integrointiaika

T_D = derivointiaika

KUVA 3. PID-säädön matemaattinen kaava (5, s. 8.)

2.2.1 P-osa

Vahvistuskerroin (K_p) on erosuureen ja säätimen välillä oleva suhdekerroin. Kasvattamalla K_p :n arvoa saadaan ohjaussuureen muutosnopeutta erosuureen muutokseen kasvatettua. Pienentämällä arvoa ohjaussuureen käyttäytyminen päinvastoin hidastuu. (5.)

2.2.2 I-osa

Integrointiosa (T_i) käyttää hyödyksi erosuureen nykyistä ja aikaisempaa arvoa. Integrointiosan tarkoituksena on poistaa pysyvää virhettä mittauksen ja asetusarvon väliltä, koska sen ansiosta erosuureen pienikin arvo muuttaa säätimen lähtöä. Mitä suurempi on integrointiaika, sitä pienempi I-osan vaikutus on. Integrointiaika on kaavassa muodossa $1/T_i$, eli jos halutaan poistaa integrointiosan vaikutus säädössä, voidaan kasvattaa T_i -arvoa erittäin suureksi. Tämän jälkeen säätö alkaa muistuttamaan P-säädintä. Integrointiosa tietyllä tapaa rauhoittaa säätöä, mutta pieni T_i :n arvo voi tehdä säädöstä tarpeettoman hitaan. (5.)

2.2.3 D-osa

Derivaattaosa (T_d) muodostaa ohjauksen erosuureen muutosnopeuden pohjalta. Muutosnopeus on ikään kuin järjestelmän käyttäytyminen tulevaisuudessa. D-osan vaikutus kasvaa derivointiaikaa nostettaessa. Viiveellisessä prosessissa D-osaan täytyy suhtautua varovaisesti. Derivaattaosa korostaa säädön korkeita taajuuksia eli mittauskohinaa. Tämän takia säätöön tarvitaan jonkinlainen suodatin, joka suodattaa korkeita taajuuksia pois. Derivoiva säätö on harvemmin käytössä teollisuudessa, jossa esiintyy mittauskohinaa. T_d arvoa kasvattamalla saadaan säätöä nopeatettua, mutta liian suuri arvo aiheuttaa epästabiilisuutta. (5.)

2.3 Offcoden ohjainlaitteeseen perehtyminen

Painettavassa elektroniikassa on hyvin tärkeää ylläpitää paikkatiedon tarkkuutta. Jopa pienikin epätarkkuus voi johtaa siihen, että tuote ei toimi. Normaali painoprosessi perustuu visuaaliseen tarkkuuteen, jolloin tuotoksen ei tarvitse

olla erittäin tarkka. Painettavassa elektroniikassa silmämääräisesti katsottu tarkkuus ei riitä, sillä ihminen ei pysty näkemään hyvin pieniä epäkohtia. Tämän vuoksi prosessissa käytetään tarkkoja kameroita, jotka tunnistavat rekisteröintimerkkejä tuotteen pinnalla. Rekisteröintivirheiden tunnistaminen on tärkeää ja se määrittää lopputuotteen laadun. (6, s. 5.)

Yleensä ottaen rekisteröintivirheeseen vaikuttavat seuraavat tekijät: havaitsemistarkkuus, painokoneen tarkkuus, painon korjauksen tarkkuus, painoyksikön tarkkuus, musteen ominaisuudet (kosteus, jälki ja kameran näkyvyys) sekä painomateriaalin ominaisuudet (venyvyys, kutistuminen, heijastaminen ja läpinäkyvyys). Edellä olevien faktojen vuoksi olisi lähes mahdotonta tehdä painokone, joka ei tarvitsisi minkäänlaista korjausta kesken painoprosessin. Tämän vuoksi käytetään järjestelmää, joka korjaa rekisteröintivirheitä ajon aikana. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että painoprosessin virhettä ei voida säätää loputtomiin, sillä säätö itsessään on virheen lähde. Tästä syystä painoyksikön ja prosessin perusvirhe täytyy konfiguroida ARCOS-rekisteröintijärjestelmään. (6, s. 4.)

Rekisteröintivirheen hallitseminen perustuu kuviin, jotka on otettu tuotteen pinnalta. Kuvien perusteella laite laskee rekisteröintivirheen kahden eri ajon välillä. Toisen ajon jälkeen kamera katsoo tulostusjälkien eroavaisuuksia ja lähettää ohjaimelle korjaussignaalin. ARCOS-ohjain on PID-säädin. (Kuva 5.)

Median/Mean size on keskiarvoa laskevien suodattimien pituus, kuten rekisteröintivirheen arvojen, jotka menevät kahden keskiarvosuodattimen läpi ennen PID-säädintä. (Kuva 4.) Tästä on hyötyä, kun rekisteröintivirheiden välillä on suurta hajontaa. Säädin käyttää rekisteröintivirheiden laskemiseen vain keskiarvoja. Cutoff multiplier pienentää PID-säätimen ulostulon arvoa. Tässä tapauksessa arvo on puolitettu. Minimum error to correct on eräänlainen kynnys PID-säätimelle. Jos rekisteröintivirheiden keskiarvo on kynnysarvoa pienempi, niin ohjelmoitavalle logiikalle ei lähetetä korjaussignaalia. Jos virhe on suurempi kuin tämä arvo, PID reagoi siihen. Arvoa ei voi kuitenkaan laskea pienemmäksi kuin mihin moottori kykenee yksittäisellä ohjausliikkeellä. Correction interval kertoo, kuinka monta kuvaa käydään läpi, ennen kuin PLC:lle lähetetään kor-

jaussignaali. Tämä on käytännöllistä, kun kameran ja painomateriaali ovat kaukana toisistaan. Jos arvo on 2, vain joka toinen kuva otetaan huomioon. (7, s. 6.)

MainWindow

State Image Setup Configurations About

X

PID: 1 0 0

Median/Mean size: 9 10

Cutoff multiplier 0.5

Minimum error to correct 20

Minimum correction to send 10

Correction interval 8

Error offset 0

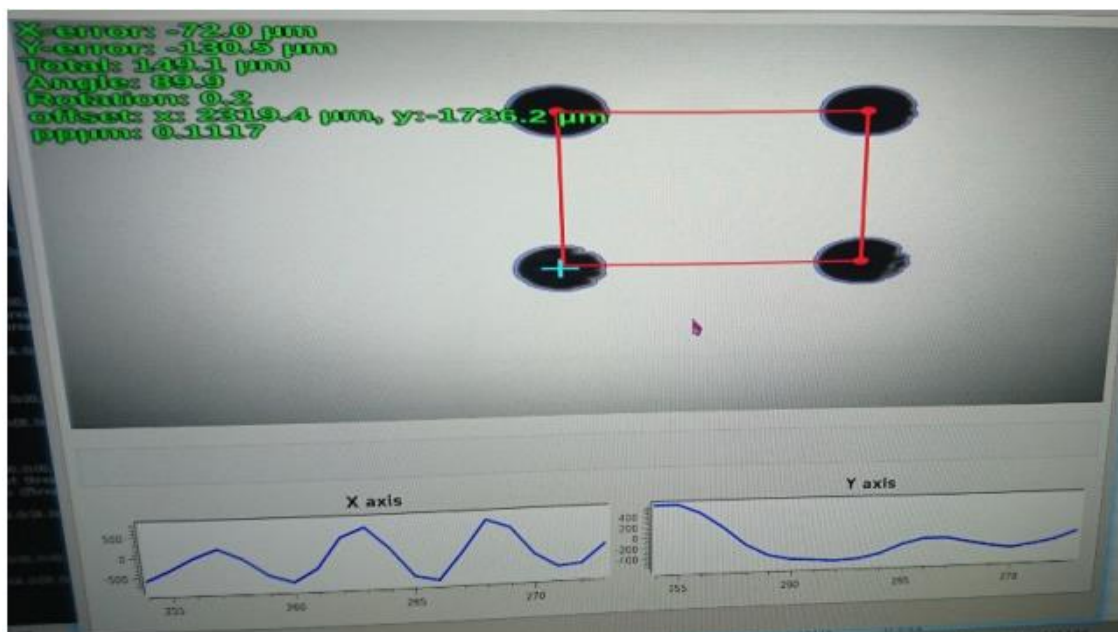
Enabled ☒

Set parameters

Manual correction

Send 0

KUVA 4. PID-parametrit ARCOS-järjestelmässä (7, s. 8.)



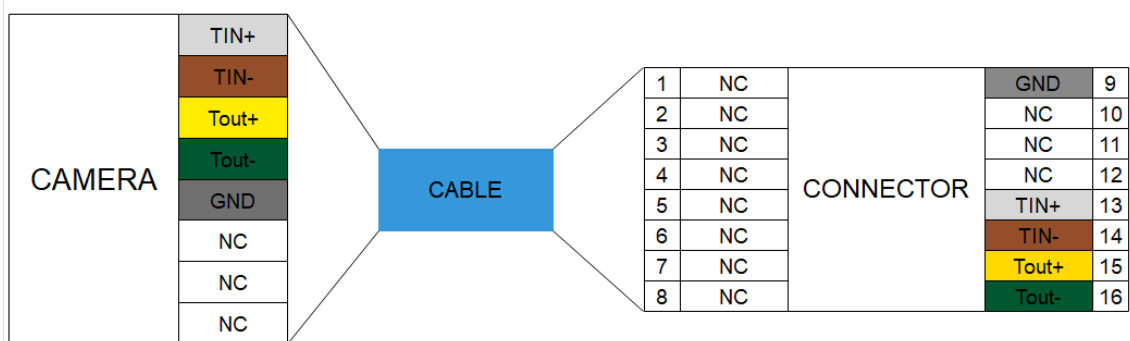
KUVA 5. Mustepisteet (7, s. 11.)

2.4 Automaation dokumentaatio

Hyvä dokumentaatio toimii työn perustana. Ilman dokumentaatiota virheiden riski kasvaa ja muutosten tekeminen vaikeutuu huomattavasti. Myös vianetsintä helpottuu, kun käytössä on dokumentit laitteen kytkennöistä. Suosittuja sähkö-automaatiokytkentöjen dokumentointiohjelmia ovat AutoCAD ja CADS. Monista tuotteista on mahdollista ladata valmiita CAD-tiedostoja valmistajien sivuilta.

CADS Planner on suomalainen vuonna 1979 Kyndata Oy:n perustama ohjelma, jota on kehitetty yli 20 vuotta. CADS-ohjelmistoja on paljon ja ne ovat ala-kohtaisia. CADS House kohdistuu arkkitehti- ja rakennussuunnitteluun, CADS Hepac LVIA-suunnitteluun sekä CADS Electric sähkö- ja automaatioalan eri suunnittelu- ja dokumentointitarpeisiin. (8.) Työssä aloitettiin sähköpiirustusten teko käyttämällä CADS-ohjelmaa. Ensimmäisistä valmistuneista piirustuksista huomattiin kuitenkin, että kytkennät olivat turhan monimutkaisia ja vaikeasti luettavia. Piirustus perustui johtojen seuraamiseen komponentilta toiselle, mutta johtojen suuren määrän takia jouduttiin tekemään johtojen ylityksiä, mikä altisti huolimattomuusvirheille ja kuvien aikaa vievälle tulkinnalle. Päätettiin ottaa käyttöön toinen ohjelma, jolla saataisiin aikaan värikoodeihin perustuvaa yksinkertaisempaa ja nopeampaa kuvien tulkintaa.

Edraw on erilaisten piirustusten tekemiseen tarkoitettu ohjelma. Edraw-ohjelmalla pystyy tekemään visuaalisesti helposti ymmärrettäviä kuvia, joten se soveltuu hyvin monimutkaisten, eri värikoodeja käyttävien automaatiokytkentöjen dokumentointiin. Valmiissa piirustuksessa komponenteille menevien johtojen paikat on merkitty tietyllä värillä, johdon nimellä ja johtopaikan numerolla. Näiden perusteella on helppoa ja nopeaa todeta johtojen oikeat paikat ja huolimattomuusvirheiden sattumisen todennäköisyys on pieni. (Kuva 6.) Edraw ei ole kuitenkaan ilmainen ohjelma ja ilmainen kokeilukuukausi kerkesi loppua kesken. Piirustukset tehtiin loppuun käyttämällä Microsoft Office -Excel-ohjelmaa.



KUVA 6. Päivitetyt kameran kytkennät

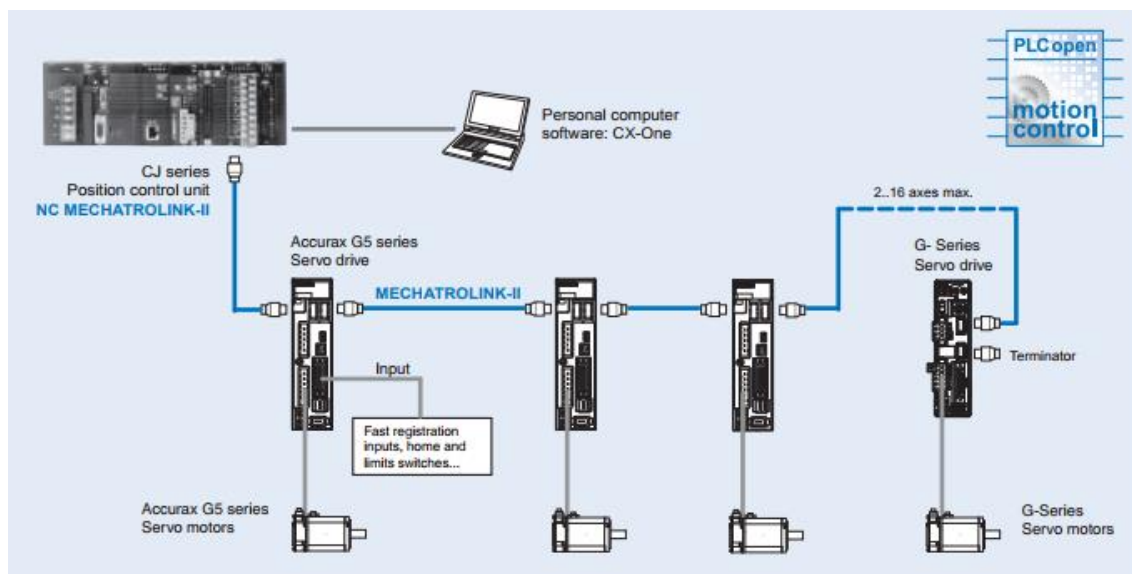
Automaatiossa on monesti käytössä paljon erivärisiä johtoja, joten ne pitää dokumentoida huolellisesti. Johdot ovat usein kaksivärisiä ja toista väriä on johdossa enemmän. Jos johto on punavihreä ja punaista väriä on enemmän, kirjoitetaan johdon viereen red/green, dominoiva väri ensimmäisenä. Värikkäät ja visuaalisesti yksinkertaiset dokumentaatiot helpottavat kytkentöjen tekemistä huomattavasti.

3 SOM-100-TEKNOLOGIA JA PÄIVITYSTARPEET

SOM-100-painokone käyttää Omronin Trajexia-logiikkaa. Laitteessa on neljä G5-moottoria, joita ohjaavat Accurax-G5-servoajurit. A1 on pääservo, A2-servo ohjaa syväpainon moottoria, A3 fleksopainon moottoria ja A4 silkkipainon moottoria. Järjestelmän ytimenä toimii TJ1-MC04-liikkeenohjain, joka keskustelee käyttöliittymän, sekä servojen kanssa. TJ1-MC04:n sykli aika voidaan valita vaihtoehtoista 0,5 ms, 1 ms tai 2 ms. Trajexia-liikkeenohjain kykenee toimimaan jopa 64 eri akselilla ja tukee paikannuksen, nopeuden sekä vääntömomentin säätöä. Ohjain pystyy pyörittämään 22 tehtävää samanaikaisesti. Näytönä toimii Omron NS5-SQ10-V2. (9, s. 24.)

3.1 SOM-100-painokoneen kommunikointi

SOM-100-painokone käyttää kommunikointiin Mechatrolink 2 -teknologiaa (kuva 7). Mechatrolink 2 -väylä vähentää ohjelmointi-, kehitys- ja ylläpitokustannuksia ja tukee avoimia logiikan toimintolohkoja. Väylä on suunniteltu erityisesti paikoituksen, nopeuden ja vääntömomentinsäätöön. Mechatrolink 2 kykenee 10 Mbit/s:n tiedonsiirtonopeuteen ja 250 µs:n siirtojaksoon. (10, s. 3.)



KUVA 7. Mechatrolink 2 (11, s. 1.)

3.2 Päivitystarpeet

Painokoneen servot A2–A4 ovat ML2-tyyppiä eivätkä tue muita kommunikointityyppejä. Pääservo A1 on tyyppiä analog/pulse. Mechatrolink 2:lle vaihtoehtoisia teknologiaa olisi esimerkiksi analog/pulse tai EtherCAT. EtherCAT olisi Mechatrolink 2:een verrattuna siirtoajoiltaan nopeampi. Mechatrolink 2- tai EtherCAT-kytkentöjä käytettäessä jouduttaisiin tekemään muutoksia Offcoden rekisteröintisysteemiin, sillä se ei tue kumpaakaan edellä mainituista vaihtoehtoista. Offcoden laite antaa 12 V:n analogisia pulsseja, joilla ohjataan moottorien liikkeitä. Yksi vaihtoehto olisi siis vaihtaa servot A2–A4 tyyppiä analog/pulse. Tämä tulisi olemaan luultavasti järkevin vaihtoehto. VTT:llä olevassa samanlaisessa rekisteröintisysteemissä on käytössä Delta V -servoja. Delta V -servot olisivat hyvä korvausvaihtoehto ML2-servoille, sillä ne tukevat analog/pulse-teknologiaa ja niiden toimivuutta systeemissä on jo testattu käytännössä.

3.2.1 EtherCAT

EtherCAT pystyy alhaisiin siirtojaksoihin, sillä isäntämikroprosessorit orjalaitteissa eivät ole mukana ethernetpakettien kuvanlähetyksen prosessoinnissa. Kaikki prosessidatan kommunikaatio tapahtuu orjalaitteen raudassa. Ethercat kykenee 100 Mbit/s:n tiedonsiirtonopeuteen ja noin 30 µs:n siirtojaksoon. EtherCAT ei tarvitse erikoisrautaa master-laitteessa ja sen pystyy toteuttamaan missä vain Ethernet MAC -ohjelmistossa, jopa ilman sille omistautunutta kommunikointiydinprosessoria. (12.)

3.2.2 Analog/pulse

Analogisia pulsseja lähettämällä voidaan ohjata moottorin liikkeitä. Ohjausta voidaan suorittaa pulssien pituudella tai määrällä. Moderneissa servoissa moottorin kierron kulman määrittää sähköisen pulssin pituus. Esimerkiksi monissa servoissa 1,5 ms:n pituinen pulssi liikuttaa moottoria 90°. Moottorin kiertosuunnan määrittää se, onko pulssi pidempi vai lyhyempi kuin neutraali pulssiaika. Pulssiaikojen merkitys vaihtelee servoittain.

4 SÄHKÖTYÖT JA DOKUMENTOINTI

4.1 Sähkölaatikon kokoaminen

Työssä koottiin pienikokoinen sähkökaappi, jonka tarkoitus on ohjata Offcoden rekisteröintijärjestelmää. Siihen tarvittavat reiät olivat jo valmiiksi porattuna. Lisäksi DIN-kiskot olivat paikoillaan, riviliittimet olivat valmiiksi asennettuina ja johdokourut olivat omilla paikoillaan. (Kuva 9.) VTT:llä käytiin katsomassa vastaan-
vanlaista kaappia, josta otettiin kuvia talteen (kuva 8). Lisäksi saatiin opastus ja muutama dokumentti avustamaan kaapin kytkennöissä. Kytcentöjä varten suurin osa ajasta meni suunnitteluun, tiedonhankintaan, johtojen katkomiseen ja liittimien asentamiseen



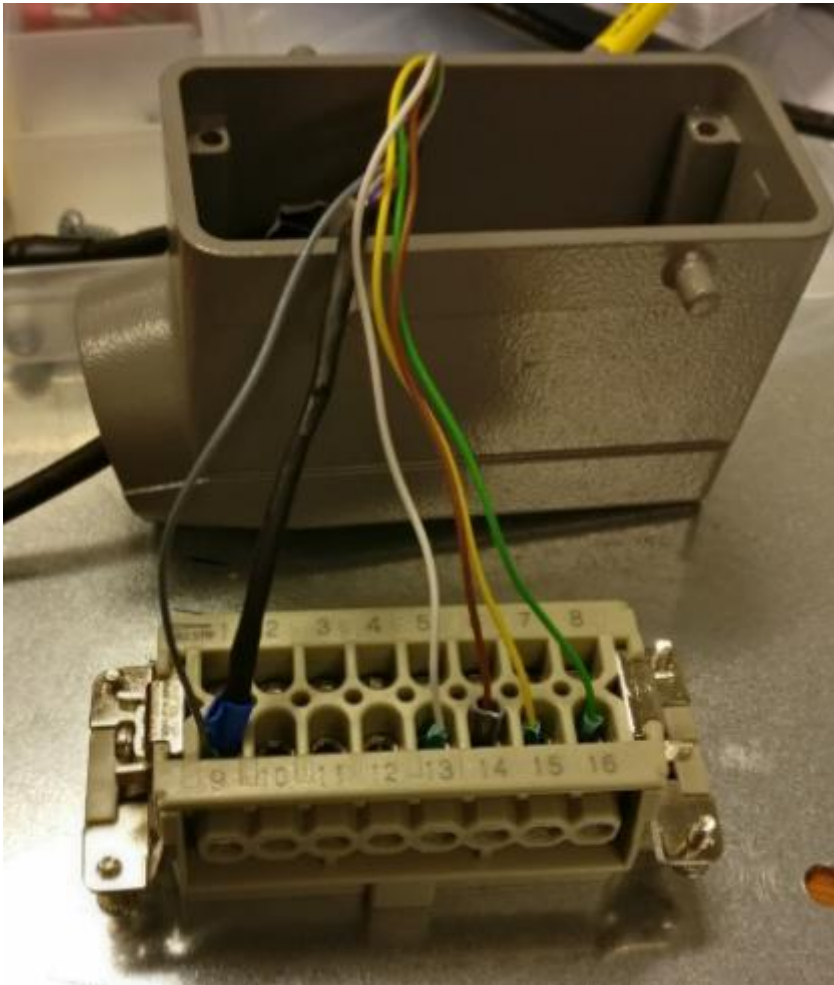
KUVA 8. VTT:llä oleva sähkökaappi



KUVA 9. Offcoden sähkökaappi

4.1.1 Kamerajohto ja sen vastinkappale

Kameran johto AD00044.03 on kahdeksanpinninen johto, josta kytkentöihin tarvitsimme vain viittä. Valkoinen sekä ruskea johto ovat trigger input -johtoja ja keltainen sekä vihreä johto ovat trigger output -johtoja. Trigger-johdot liittyvät kameran laukaisuun. Kytkennässä oleva musta johto on suojamaa, jonka liitimme samaan pinniin maan (harmaa johto) kanssa. Kameran johdot liitettiin vastinkappaleeseen, joka sijaitsee kaapin ulkopuolella ja jonka pystyy halutesaan irrottamaan koskematta itse johtimiin. (Kuva 10.)



KUVA 10. Kamerajohdon vastinkappale

4.1.2 485-USB-konvertteri ja virtalähde

Konvertteri muuttaa 485-signaalin PC:n luettavaksi USB-signaaliksi. Konvertteri on kytketty toisesta päästä kolmella johtimella ja toisesta päästä USB-johdolla. Konvertteri saa virran PC:ltä USB-johdon kautta. (Kuva 11.) Laatikossa käytetään NDR-120-12 virtalähdettä, joka muuntaa 100–240 VAC:n jännitteen 12 VDC:ksi riviliittimille. RS-485 on standardi sarjaliikenneväylälle, johon voi liittää samanaikaisesti useita eri väylälaitteita. RS-485-standardia käytetään pääasiassa automaatiojärjestelmissä, joissa väylälaitteiden etäisyydet ovat suuria, ympäristö on häiriöllinen tai tarvittavat siirtonopeudet ovat suuria. Kolmijohtimessa RS-485-väylässä vain yksi väylälaitte voi lähettää kerrallaan, joten liikennöinti tapahtuu vuorosuuntaisesti. Dataa kulkee parikaapeliväylällä, ja vastaanottopäässä verrataan tulevaa dataa kolmannen linjan jännitearvoihin. RS-485

määrittelee vain väylän fyysisen kerroksen, eli sähköiset ominaisuudet. RS-485:tä käytetään yleensä fyysisenä kerroksena esimerkiksi Modbus- ja Profibus-kenttäväylissä. (13.)



KUVA 11. USB-konvertteri

4.1.3 Kameralaatikko

Kamerana käytetään 4,92 Mpix UI-3480CP-M-GL Rev.2:ta. Kameralle tulee konektorilta AD00044.03-johto. Kameralta lähtee PC:lle USB to micro-B -johto, josta kamera saa virran. Kamera tarvitsee riviliittimiltä konektorin kautta vain Trigger input- ja Trigger output -plus- ja miinusjohdot, sekä GND:n. Optiikkana toimii TC23036. (Kuva 12.)



KUVA 12. Kamera ja optiikka (14; 15.)

Kameralaatikko koostuu kamerasta, optiikasta, LED-ajurista ja LED-lampuista. Laatikko on valmistettu 3D-tulostimella. Laatikossa oleva kamera on kiinnitetty optiikkaan, joka on omalla tukipalასella kiinni laatikossa. Laatikon pohjalla on LED-ajuri, joka ohjaa LED-lamppujen toimintaa. (Kuva 13.) LED-ajurilta lähtee plus- ja miinusjohtoja, joita on yhteensä kahdeksan. Johtojen toiset päät on kiinnitetty LED-lamppuihin sarjaan. LED:t on sijoitettu laatikon ulkopuolelle optiikan ympärille. (Kuva 14.)



KUVA 13. Kameralaatikon sisältö



KUVA 14. Kameralaatikko ja ledit

4.1.4 Encoder ja decoder

Encoder on moottoriin kiinnitettävä kappale, joka mittaa moottorin pyörimistä. Encoder lähettää viestiä decoderille moottorin halutun kierrosmäärän välein. Decoder muuntaa encoderin viestin PC:n luettavaksi. (Kuva 15.)

PC ei löytänyt LED-ajuria, joten aloitettiin vianetsintä. Kytkennät käytiin läpi ja d+- sekä d--johtojen paikkoja kokeiltiin vaihtaa decoderissa. Paikkojen vaihtaminen ei toiminut, mutta syyn arveltiin johtuvan siitä, että Ethernet-johto sotkee tietoliikenteen, sillä d+ ja d- kulkee siinä vielä alkuperäisen kytkennän tavoin. Decoder sai virtaa, joten kytkentää testattiin ilman decoderia. Tämän jälkeen PC löysi LED-ajurin, joten vian tiedettiin olevan decoderissa. Decoderin sisäänrakennetut d+- ja d- -johdot olivat väärin päin.

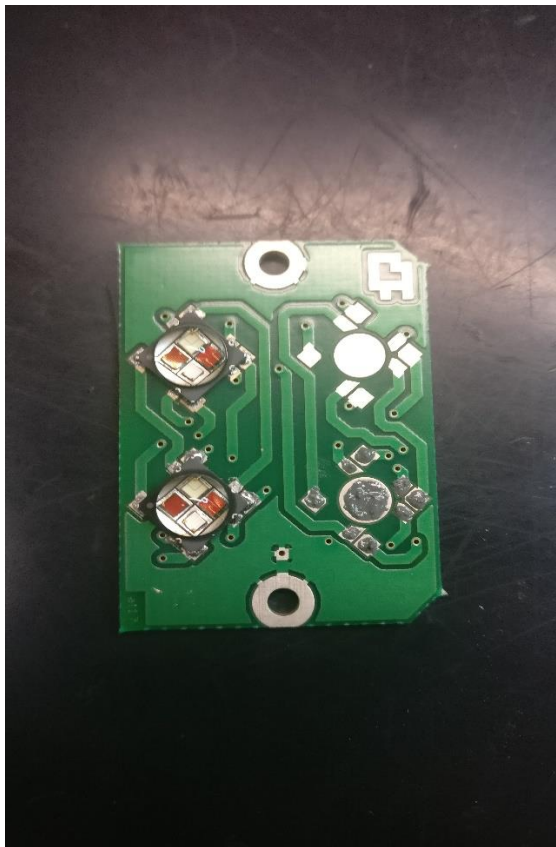


KUVA 15. Encoder

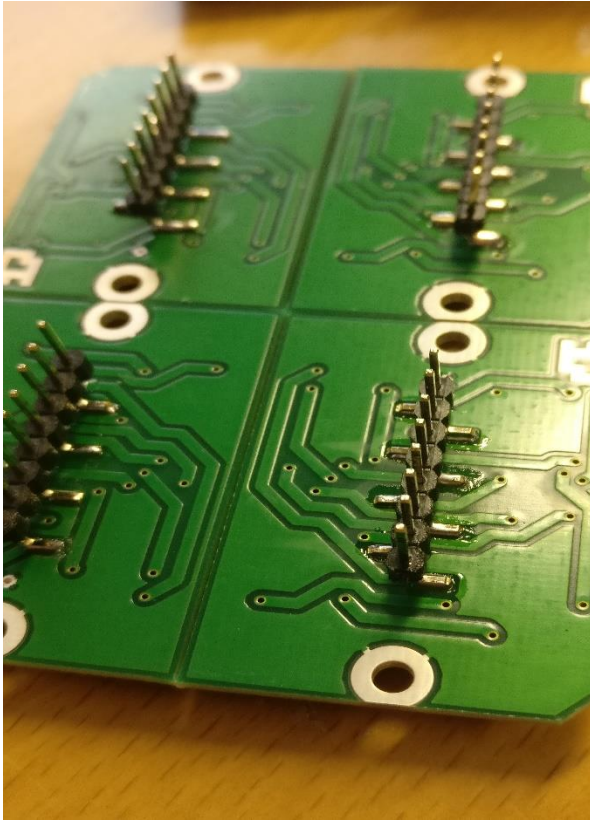
4.1.5 LED-laatat

Kamerakoteloon tulee neljä LED-laattaa, joissa jokaisessa on neljä LED-lamppua neljällä eri värillä. Värät ovat sininen, punainen, virheä ja oranssi (amber). (Kuva 16.) LED-lamppujen tarkoitus on tuottaa valkoinen valo kuvanottohetkellä. LED:t liitettiin laattoihin lisäämällä ensin pasta-ainetta johtaviin kohtiin ja sen jälkeen LED-lamppu aseteltiin oikealle paikalleen. Tämän jälkeen aine kuumentettiin kuumailmapuhaltimella ja odotettiin aineen kovettumista. LED-lamp-

pujen toimivuus testattiin yksitellen. LED-laattojen toiselle puolelle liitettiin kolvaamalla rimat. LED-laatat liitettiin kiinni toisiinsa sarjaan. Jokaiselle värille tulee kaksi johtoa, plus ja miinus. (Kuva 17.)



KUVA 16. LED-laatta



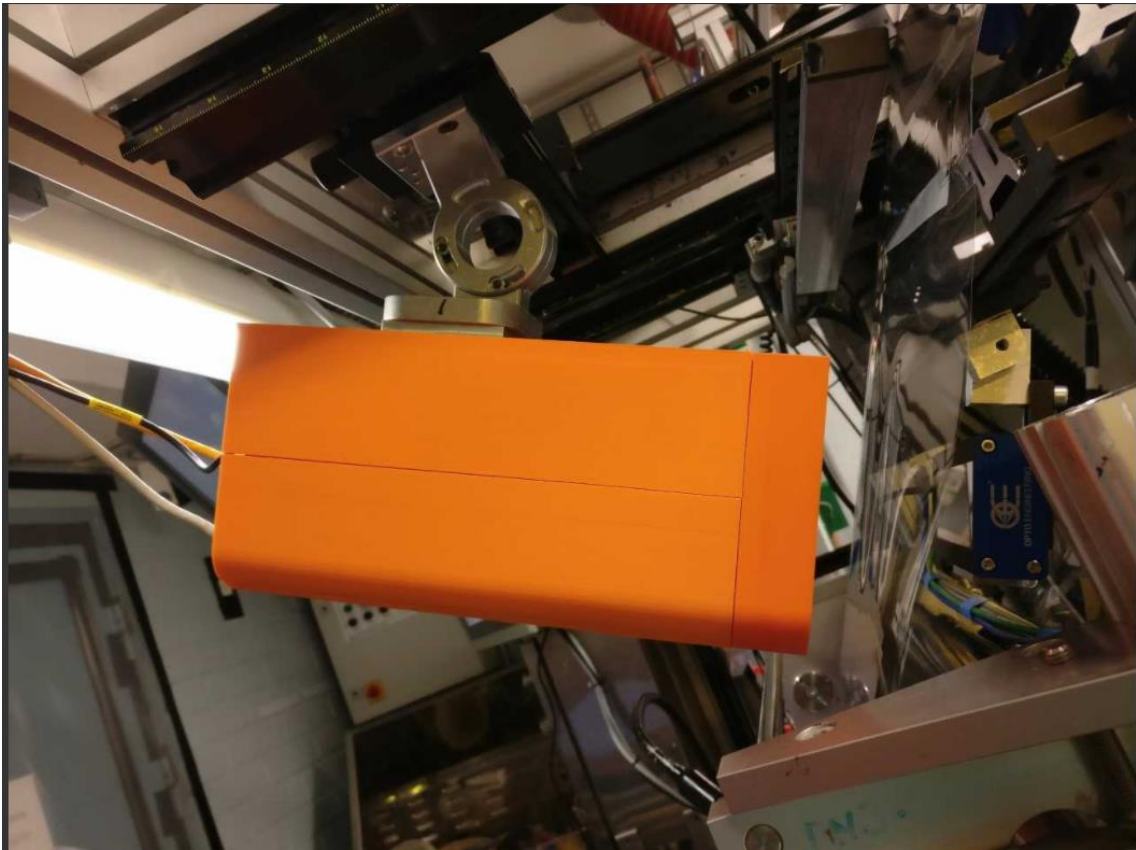
KUVA 17. LED-laattojen rimat

4.2 Sähköpiirustukset

Kytkennöistä on alustavat Excel-dokumentaatiot, joiden perusteella kytkennät oli helppo tehdä. Kaikki kytkennät eivät kuitenkaan pitäneet täysin paikkaansa, joten sähköpiirustukset piti päivittää pitäen ulkoasu samantyyllisenä. Mallissa on osoitettu väreillä ja numeroilla mihin mitkäkin johdot on tarkoitus liittää. Kytkennöistä tehtiin lopuksi uudet Excel-dokumentaatiot. (Kuva 18.)

5 SÄHKÖKAAPIN ASENNUS PRINLABIIN

Kotelon alareunan tulisi olla noin 5 cm:n päässä rainan pinnasta. Kameran tulisi olla liikuteltavissa pystysuunnassa siten, että rainan molemmista reunoista voidaan ottaa kuva tarvittaessa. Kameraa voi pyörittää kotelon sisällä tarvittaessa ja ohjelmistolla pystyy kompensoimaan tiettyjä asioita, joten ei ole väliä, miten päin kamera on rainaan nähden. Kameralla on painoa 1520 g. VTT:n versiossa kameralaatikolle on tehty kisko, jossa laatikkoa voidaan tarvittaessa liikutella. (Kuva 19.) Sähkökaapin asennus ei ajanpuutteen vuoksi kerennyt tähän työhön, joten se suoritetaan tulevaisuudessa.



KUVA 19. VTT:n kameran kiinnitys

6 YHTEENVETO

Työssä oli tarkoitus liittää Offcodelta saatu painomerkkiä korjaava rekisteröintijärjestelmä SOM-100-painokoneeseen, perehtyä Offcoden ohjainlaitteeseen, tutustua SOM-100-logiikkaan ja painokoneeseen, koota rekisteröintijärjestelmää varten sähkökaappi sekä suunnitella kuinka se saadaan liitettyä PrinLabiin. Lisäksi täytyi selvittää, pitääkö painokoneeseen tehdä muutoksia, ennen kuin liitäntä on mahdollista.

Offcoden sähkökaapin kokoaminen oli hidasta, sillä siihen tarvittavilla osilla oli pitkä toimitusaika eivätkä kaikki osat olleet tarkoitukseen sopivia. Osat saattoivat myös olla viallisia tai ne vaurioituivat käytössä. Alkuun projektissa ei oltu edes varmoja kaikista osista, joita kaappia varten oli tarpeen tilata. Opinnäytetyöhön käytetty aika meni täysin osien tilaamiseen ja valmistamiseen, liitäntöjen suunnitteluun ja tekemiseen, ongelmien ratkomiseen ja päivitystarpeiden pohtimiseen. Ohjainlaitteen PrinLabiin liittäminen suunnittelussa päästiin alkuun ja kameran telineestä saatiin suunniteltua alustavat versiot. Aika loppui kuitenkin kesken, eikä ohjainlaitetta saatu PrinLabiin asti. Tästä syystä myöskään testiajoja ei päästy suorittamaan eikä PID-säätimen ohjainparametreja säätämään.

Projektissa oli alun perin tarkoitus, että ohjainlaitteen PrinLabiin asentamisen hoitaisi mekaniikkasuunnittelijaopiskelija, mutta työhön ei löydetty ketään. Tämä on myös yksi syistä, miksi aika ei riittänyt kaikkiin opinnäytetyön tavoitteisiin.

Projektissa positiivista oli se, että sähkökaappi saatiin kokoon ja toimivaksi kokonaisuudeksi. Ongelmia itse komponenteissa ja kytkennöissä oli hyvin vähän. Ilmaantuneet viat löydettiin suhteellisen nopeasti ja saatiin korjattua. Mitään kalliita komponentteja ei mennyt hajalle ja itse tehdyissä kolvauksissa ei ollut vikoja. Vastaavanlaisissa projekteissa voisi tulevaisuudessa tehdä tarkemmat suunnitelmat tarvittavista osista ja tilata kaikki heti alkuun, jotta toimitusajoista johtuvia viivästyksiä ei syntyisi.

LÄHTEET

1. Mitä on painettu elektroniikka? Aalto University. Saatavissa: <https://blogs.aalto.fi/printedelectronics/mita-on-painettu-elektroniikka/> Hakupäivä 21.9.2017
2. Cook, Benjamin 2014. The Future of Inkjet-Printed Electronics. Circuit Cellar. Saatavissa: <http://circuitcellar.com/tech-the-future/the-future-of-inkjet-printed-electronics/> Hakupäivä 21.9.2017
3. Tirola, Juho-Matti 2014. Säiliökaavarin suunnittelu ja toteutus. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Saatavissa: <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/74774/Opinnaytetyo.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Hakupäivä 28.9.2017
4. SOM-100 R2R device. 2016. OAMK PrinLab. Saatavissa: <http://www.oamk.fi/hankkeet/prinlab/equipment/> Hakupäivä 9.11.2017
5. Sääntötekniikan perusteet. Saatavissa: https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahU-KEwib_lys_WAhXCPZoKHQEWCP8QFggrMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.oamk.fi%2F~kurki%2Fautomaatiolabrat%2FServomoottori%2FAutomaatiotekniikka-Koneos%2FS%2584%2584t%2594tekniikan%2520perusteet.doc&usg=AOvVaw2rLmZFvwAVk56tl2ncrRan Hakupäivä 1.10.2017
6. Takaluoma, Antti 2012. ARCOS User's Guide. UsersGuide_vol2.pdf. Offcode.
7. Karhu, Toni 2016. ARCOS Controller Tuning Guide. Controller_tuning_guide.pdf. Offcode.
8. Ohjelmistot. CADs. Saatavissa: <http://www.cads.fi/ohjelmistot> Hakupäivä 8.11.2017

9. Trajexia motion controller. Omron. Saatavissa: https://assets.omron.eu/downloads/datasheet/en/i53e_trajexia_motion_controller_datasheet_en.pdf Hakupäivä 12.10.2017
10. NC Mechatrolink-II ordering information. Omron. Saatavissa: https://industrial.omron.fi/fi/products/nc-mechatrolink-ii#specifications_ordering_info Hakupäivä 12.10.2017
11. Position control unit. Omron. Saatavissa: https://assets.omron.eu/downloads/datasheet/en/v1/i09e_cj1w-nc_71_mechatrolink-ii_position_control_unit_datasheet_en.pdf Hakupäivä 13.10.2017
12. EtherCAT. 2018. Wikipedia. Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/EtherCAT#EtherCAT_features Hakupäivä 13.10.2017
13. RS-485. 2017. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/RS-485> Hakupäivä: 21.2.2018
14. UI-3480CP Rev. 2. IDS. Saatavissa: <https://en.ids-imaging.com/store/ui-3480cp-rev-2.html> Hakupäivä 15.5.2018
15. TC23036. Opto Engineering. Saatavissa: <https://www.opto-engineering.com/media/pdf/TC23036-datasheet-en.pdf> Hakupäivä 15.5.2018